

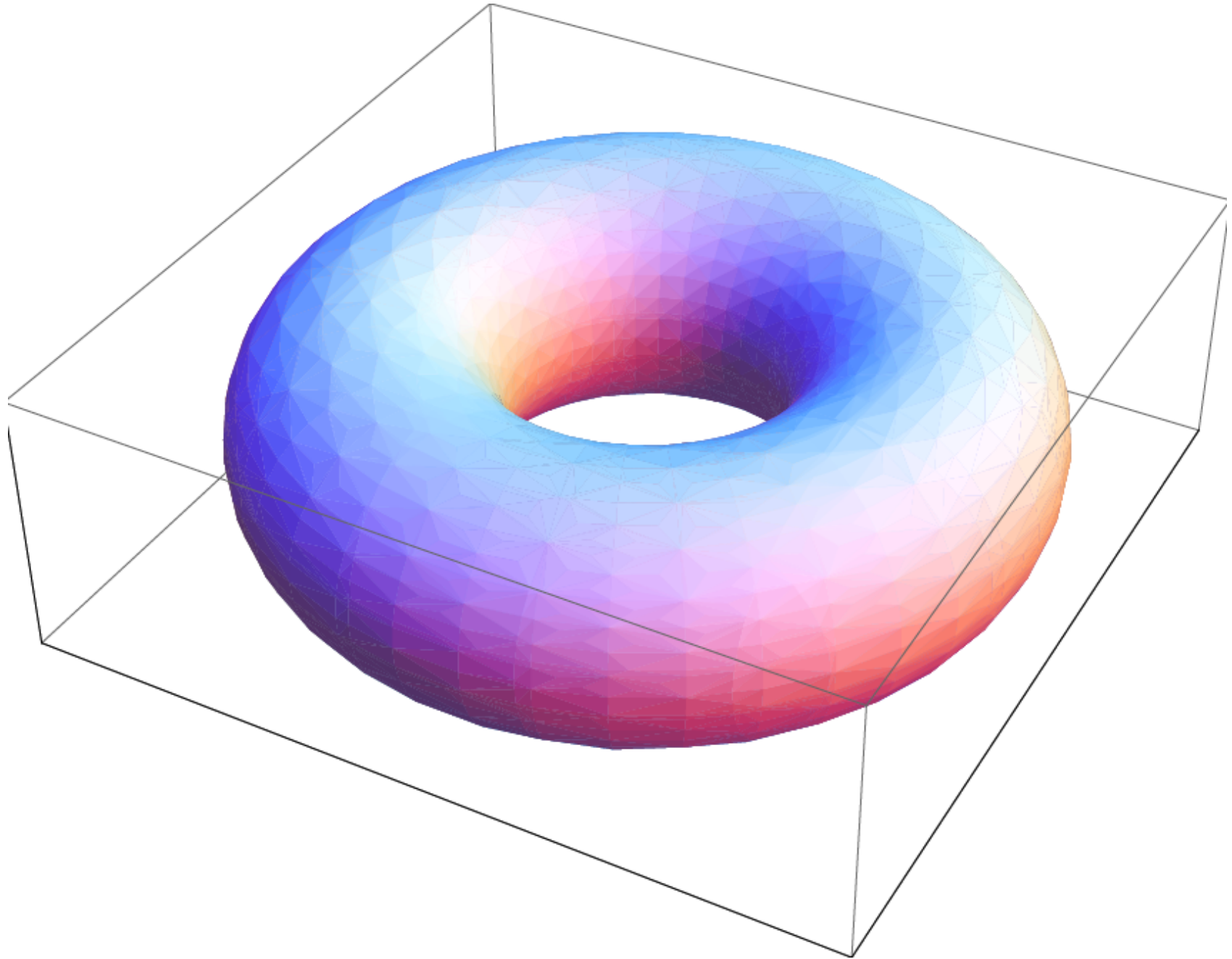
École thématique du CNRS
“Philosophie et mathématiques contemporaines”
Université Paris Diderot
27 juin 2019

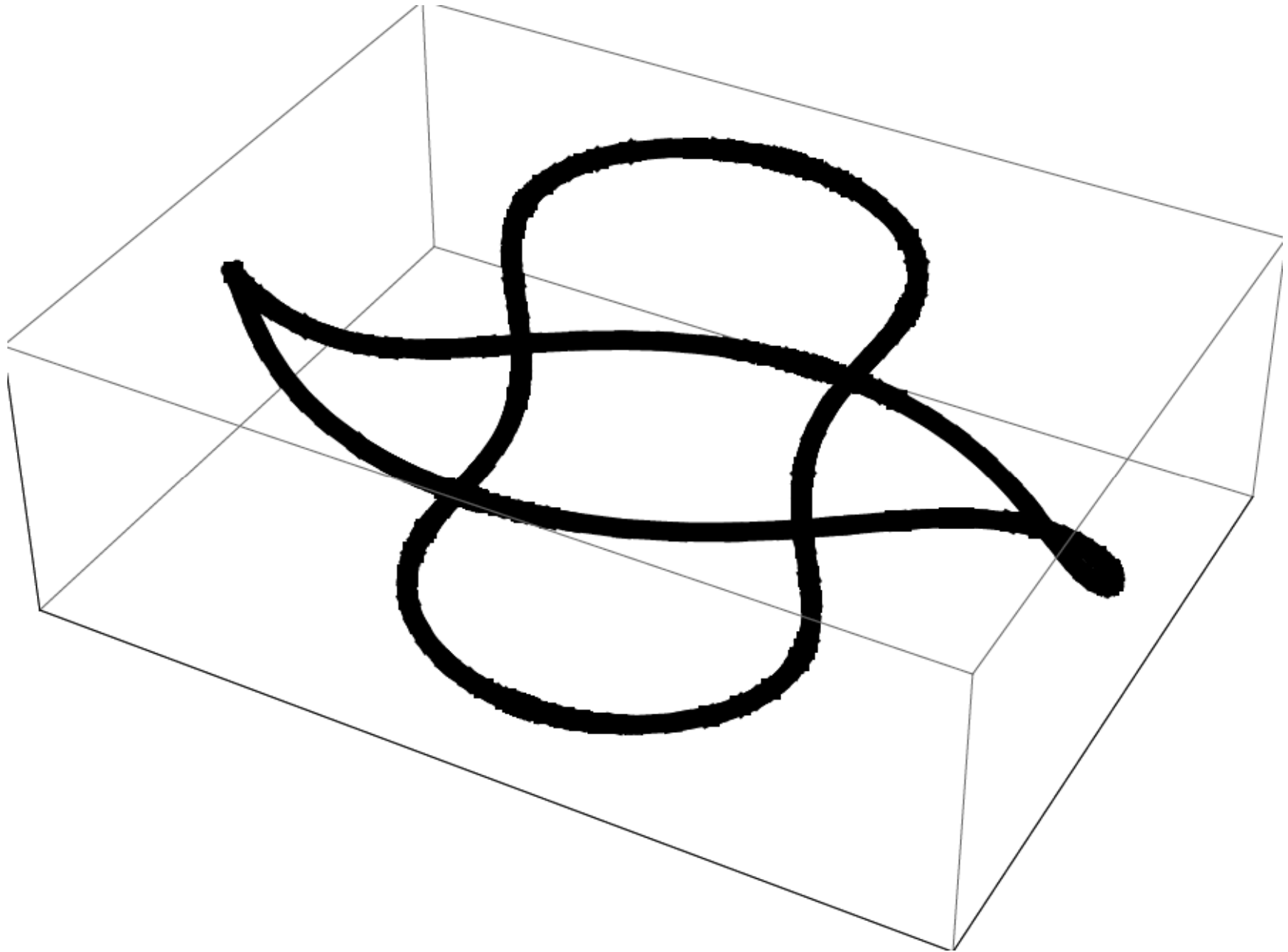
**Phénoménologie et géométrie des
esquisses perceptives**

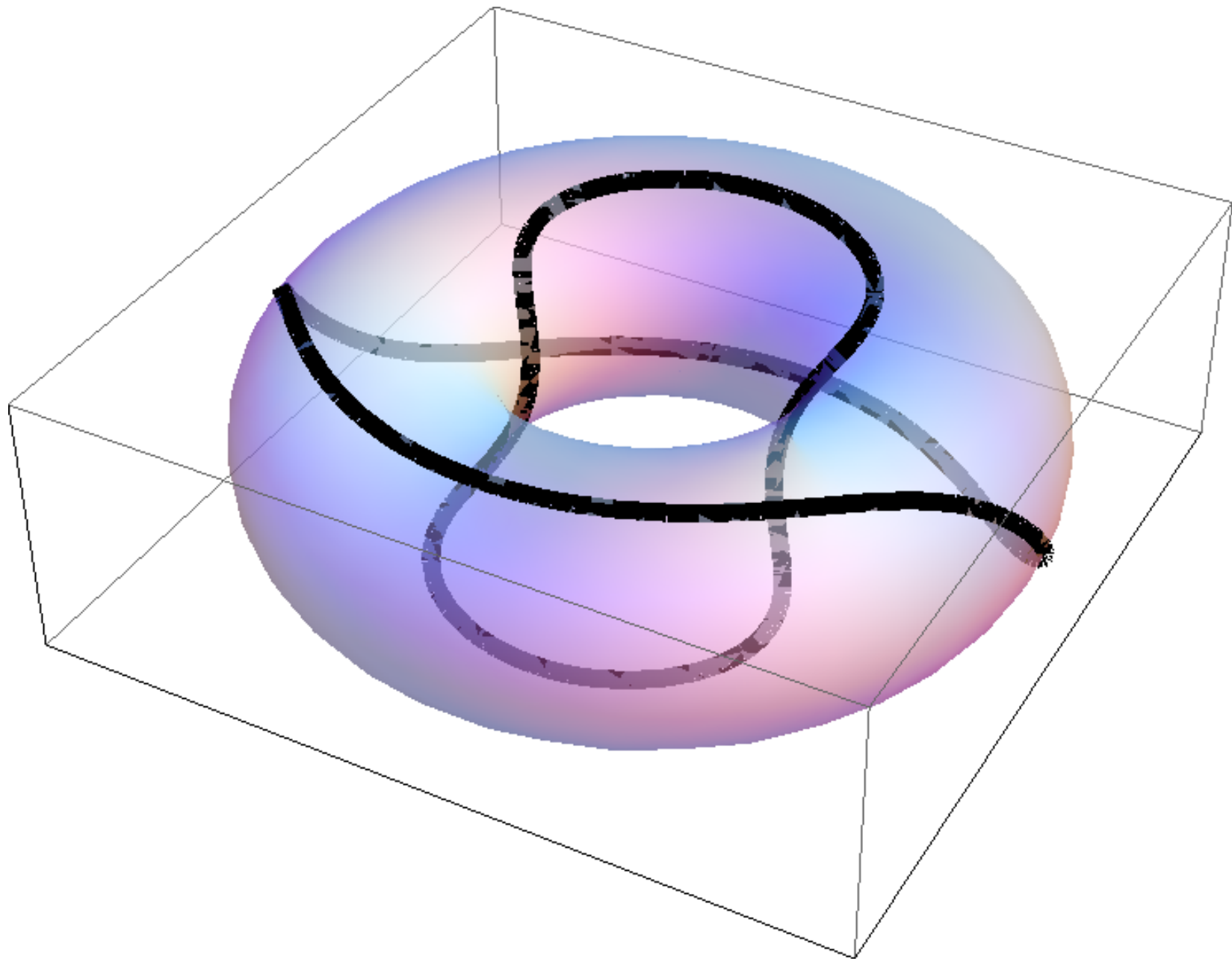
Jean Petitot
CAMS-EHESS

- Problème de l'équivalence entre un objet plongé dans l'espace ambiant \mathfrak{R}^3 et la famille (l'espace fonctionnel) de ses CAs.
- *Problème inverse* non trivial.
- Problème direct : on se donne
 - T dans \mathfrak{R}^3 (surface lisse délimitant l'objet)
 - un plan de projection P ,
 - une direction de projection π .
- Construire le CA — $CA_T(\pi, P)$ — de T relativement à la projection (π, P) .

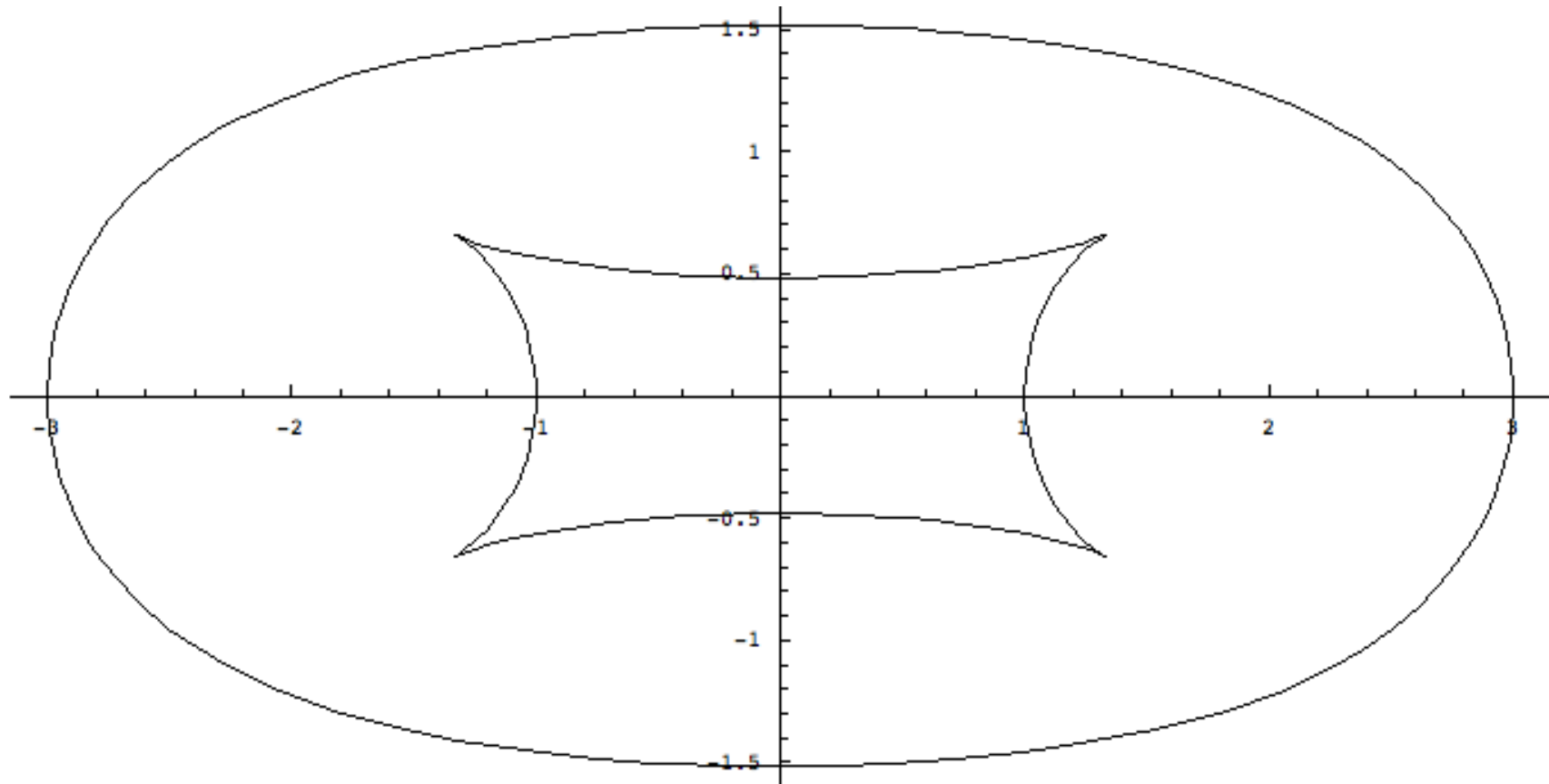
- $CA_T(\pi, P)$ est la projection sur P parallèlement à π du *lieu singulier* S de cette projection restreinte à T .
- S est le lieu des points x de T où la direction π est tangente à T et $CA_T(\pi, P)$ est la projection de S .
- Exemple d'un tore horizontal T pour une direction de projection faisant un angle de $\pi/12$ avec le plan horizontal (représentation en perspective du lieu singulier S).







- Les cusps correspondent aux points de S où π est tangente non seulement à T mais aussi à S .



- Dans le cas d'une forme simple comme un tore, le calcul du CA est facile.
- L'équation paramétrique de T est

$$\begin{cases} x(\varphi, \theta) = \cos(\varphi)(2 + \cos(\theta)) \\ y(\varphi, \theta) = \sin(\varphi)(2 + \cos(\theta)) \\ z(\varphi, \theta) = \sin(\theta) \end{cases}$$

- Le Jacobien est

$$Jac = \begin{pmatrix} -\sin(\varphi)(2 + \cos(\theta)) & -\cos(\varphi)\sin(\theta) \\ \cos(\varphi)(2 + \cos(\theta)) & -\sin(\varphi)\sin(\theta) \\ 0 & \cos(\theta) \end{pmatrix}$$

- On a une direction de projection

$$dir = \{0, \cos(\psi), \sin(\psi)\}$$

et on cherche les points de T où

$$Jac. \begin{pmatrix} u \\ v \end{pmatrix} = dir$$

peut avoir une solution.

- La condition est

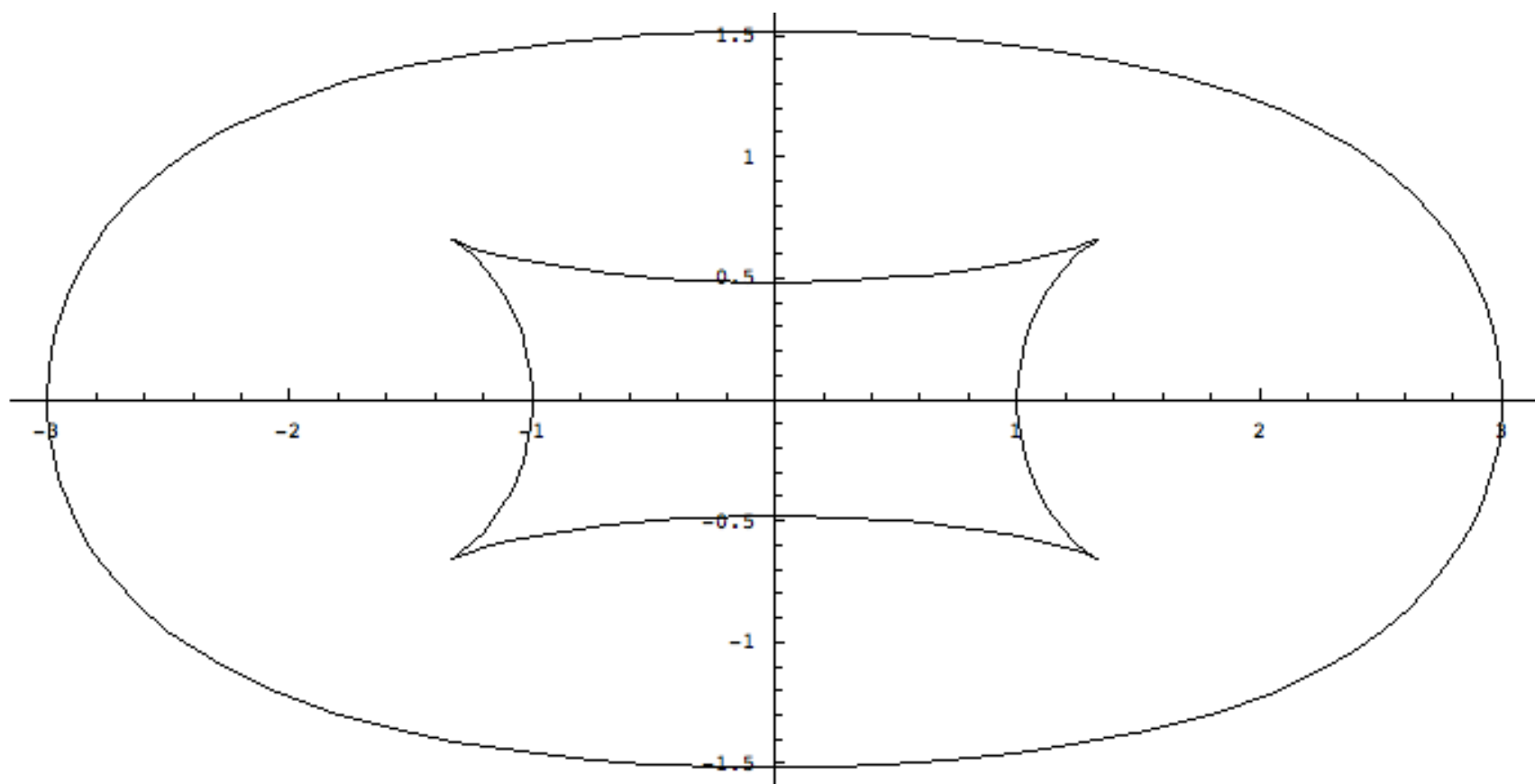
$$\begin{cases} \sin(\psi) \sin(\theta) = -\cos(\psi) \cos(\theta) \sin(\varphi) \\ \theta = \arctan(-\sin(\varphi) \cot(\psi)) \end{cases}$$

à π près.

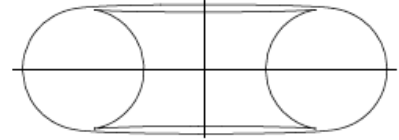
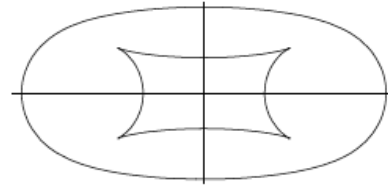
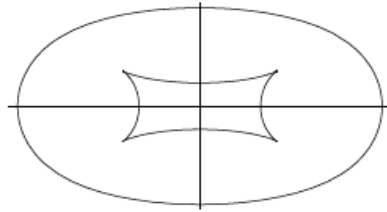
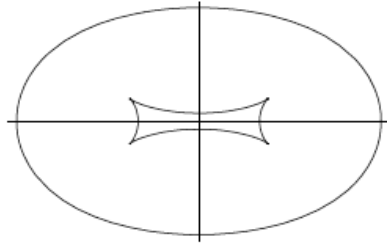
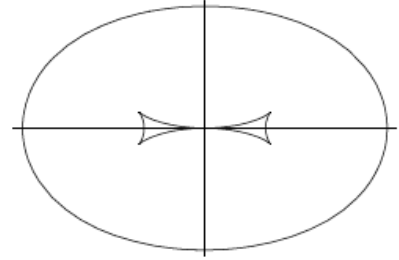
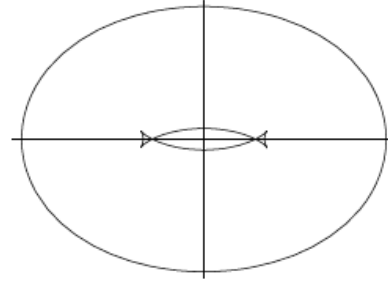
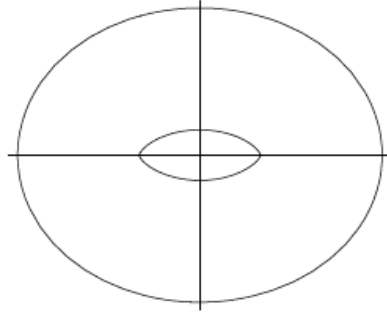
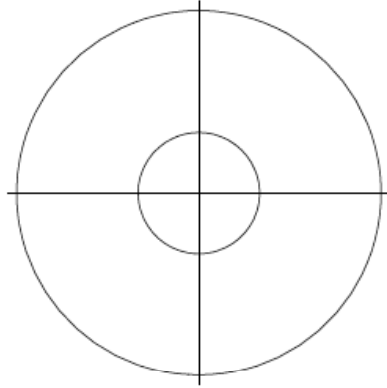
- Pour avoir le CA on considère

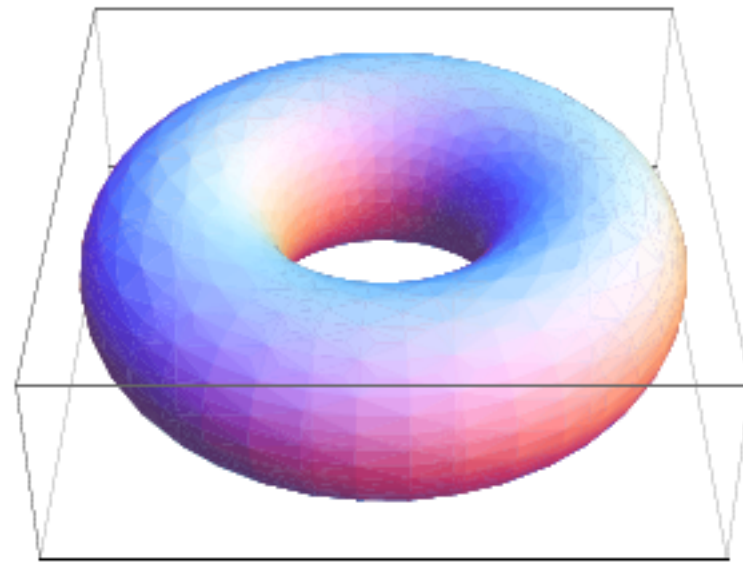
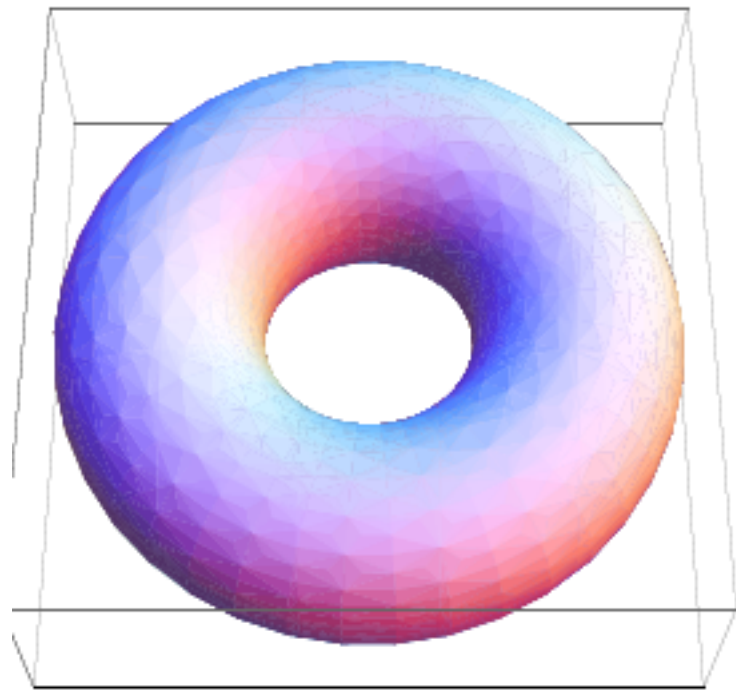
$$\begin{cases} x(\varphi, \theta) \\ y(\varphi, \theta) \sin(\psi) - z(\varphi, \theta) \cos(\psi) \end{cases}$$

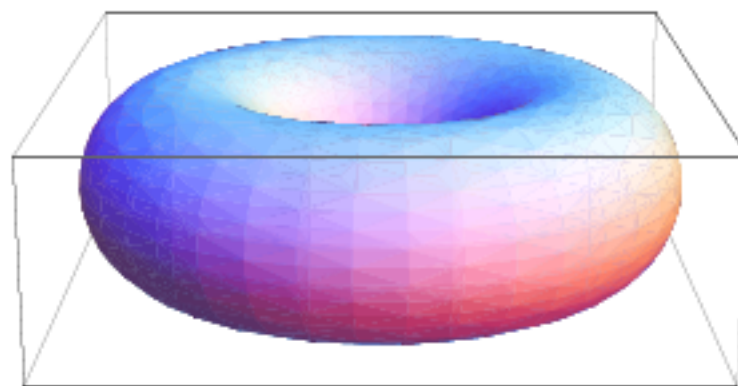
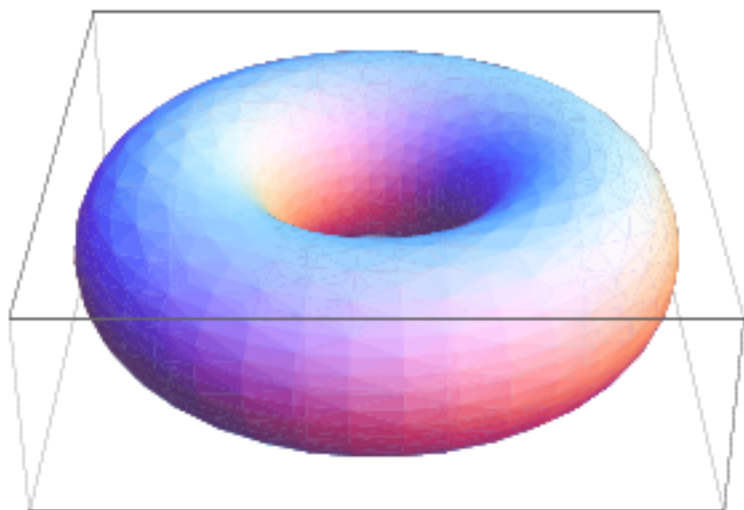
- Il a deux composantes (externe et interne).



- Il y a une infinité de CAs paramétrés par la grassmannienne des (π, P) .
- Lorsque T (ou (π, P)) bouge, $CA_T(\pi, P)$ se *déforme*.
- Exemple de la rotation du tore.







- Un CA est le lieu singulier d'une projection. Si T est une surface lisse, il sera le plus souvent une courbe régulière.
- Mais il peut admettre des *singularités* : génériquement des cusps et des croisements (points isolés car de codimension 2).

- Pour des valeurs critiques des paramètres de la projection dans un *chemin* générique, il peut admettre des singularités de codimension 3.
- Pour la rotation du tore, un CA présente deux singularités “queue d’aronde” symétriques qui, en se déployant, engendrent chacune deux cusps et un point de croisement.



- Grâce à la théorie des singularités (H. Whitney, R. Thom, J. Mather, V. Arnold, etc.), on sait *classer* les singularités qui peuvent apparaître *génériquement* dans les CAs.
- Liens entre la théorie des singularités des CAs (qui dépendent du point de vue) et la géométrie riemannienne de la surface (qui est indépendante du point de vue).

- zones elliptiques,
 - zones hyperboliques avec les deux champs de directions asymptotiques,
 - lignes paraboliques séparant les zones elliptiques des zones hyperboliques.
- Suivant la façon dont la direction de projection se trouve positionnée relativement à ces éléments, on obtient des singularités plus ou moins compliquées classifiées par R. Thom, V. Arnold et Y. Kergosien au début des années 70.

- Singularités queue d'aronde : points où la direction de projection est tangente à une courbe asymptotique (cusp) en un de ses points d'inflexion (point flecnodal).
- Points “Godron” : points où la direction de projection est celle d'une direction asymptotique double tangente à une courbe parabolique.

- Soit \mathcal{P} la grassmannienne des projections.
Une évolution temporelle du CA de T est un chemin dans \mathcal{P} .
- \mathcal{P} est décomposé en *domains*, chaque domaine correspondant à des CAs structurellement stables de même type qualitatif.
- C'est ce que l'on appelle un *aspect* i.e. une valeur “centrale” générique d'un type qualitatif.

- La géométrie de la forme de T catégorise l'espace des points de vue \mathcal{P} en catégories regroupant chacune les *tokens* d'un même *type* qualitatif de CA.
- Cette *catégorisation des CAs en aspects* est effectuée par un système stratifié d'interfaces K_T (des hypersurfaces de \mathcal{P}).
- La version combinatoire s'appelle le *graphe d'aspects* de T : G_T .

- Le problème fondamental est celui de l'équivalence entre T et K_T (et sa version combinatoire G_T).
- Problème direct (facile) : la donnée de T engendre K_T .
- Problème inverse (difficile, non résolu) : à quelles conditions la donnée d'une stratification (catégorisation) K de \mathcal{P} permet-elle de reconstruire un objet T tel que $K = K_T$?

- 1. à partir d'une morphologie 2D C , reconstruire une projection (π, P) et une surface T t.q. $C = CA_T(\pi, P)$.
- 2. par rotations (mentales) construire K_T et comparer à K .
- Cela n'a de chance d'aboutir que si C est un $CA_T(\pi, P)$ de *complexité maximale*, i.e. *informationnellement optimale*.
- Exemple : deux cercles concentriques ne permettent pas de reconstruire un tore. Il faut les 4 cusps et les 2 croisements.

- À partir des années 50 premiers résultats (techniques) sur la reconstruction de la topologie de T à partir des CAs (comme dans la théorie de Morse des fonctions différentiables excellentes).
- Par exemple, il faut un nombre *pair* de cusps : $\# \text{cusps} \equiv (\text{modulo } 2) \chi_{\text{EP}}(T) = 0$.
- On peut même, en *suivant* les cusps dans un mouvement, obtenir des informations sur la géométrie riemannienne de T (Peter Giblin).

- Le problème inverse (reconstruction de T) est fondamental parce que la perception n'a accès qu'à \mathcal{P} et K_T .
- On ne voit que des CAs 2D et des chemins de CAs, jamais des objets 3D (même les cubistes).
- Mais les objets bougent par rapport à nous. Nous pouvons donc explorer la catégorisation (\mathcal{P}, K_T) au moyen de *chemins* paramétrés temporellement.

- *Cette conversion du “séquentiel” 2D en “synchronique” 3D crée le sentiment d’extériorité et engendre “l’intentionnalité” perceptive comme référence à un objet externe.*

- *Génériquement*, ces chemins peuvent
 - traverser (transversalement) les strates de codimension 1 de K_T ,
 - en se déformant (homotopie de chemins), traverser des strates de codimension 2.
- La façon dont le système visuel réalise cette expertise est miraculeuse et encore très mal comprise.
- Elle implémente, on ne sait comment, des calculs extrêmement compliqués. Quels algorithmes “simplexes” le système utilise-t-il ?

- Nous n'allons pas nous orienter maintenant vers les neurosciences mais vers la phénoménologie des *esquisses perceptives* de Husserl dans *Ding und Raum* (1907, *Husserliana* XVII, 1973, trad. J-F. Lavigne, PUF, 1989).
- La géométrie des CAs donne en effet pleinement raison aux descriptions eidétiques husserliennes.

- L'équivalence géométrique $T \approx G_T$ est la version mathématique d'une loi eidético-constitutive husserlienne concernant l'intentionnalité perceptive.
- *L'époché* et la suspension de *l'Urdoxa* sont évidentes pour les CAs et la réalité virtuelle : le monde 3D est *construit* et non pas *donné*.
- Mais la phénoménologie peut être “naturalisée” au moyen des neurosciences : *Naturalizing Phenomenology* (Stanford UP, 1999).

- Pour Husserl, la phénoménologie transcendantale de la perception vise à clarifier la façon dont le monde “objectif” des objets 3D (“chose”, Ding) se constitue comme monde *transcendant* 3D dans *l'immanence* 2D des vécus perceptifs.

- Elle concerne “la grande tâche (...) de pénétrer le plus profondément possible dans la ‘création’ phénoménologique tridimensionnelle, ou, si l'on veut, dans la constitution phénoménologique du corps identique de la chose par la multiplicité de ses apparitions” (D&R,189/154).
- Cf. T et multiplicité des CAs $CA_T(\pi, P)$.

- “sans exagération”, ces problèmes “sont au nombre des plus difficiles dans le domaine de la connaissance humaine” (191/156).

- Naturalisation :
- Vécus (états de conscience) \approx états mentaux neuralement implémentés.
- Synthèses noétiques \approx architectures fonctionnelles et algorithmes (synthèses computationnelles).
- Actes intentionnels objectivants, corrélation noèse–noème \approx constitution d'objets externes 3D distaux à partir de sensations proximales 2D.

- Corrélation entre :
 - la hylé sensorielle et les vécus immanents,
 - les propriétés objectives des objets et états de choses transcendants qui s'y esquissent, s'y présentent (Darstellung), s'y donnent “en personne”, s'y “exposent”, y “apparaissent”.
- “Comment sont possibles des énoncés évidents portant sur une objectivité *qui n'est pas donnée* effectivement dans le phénomène ?” (D&R, 41/19, je souligne)

- Les vécus sont “complets”.
- Les perceptions exposant des objets sont des esquisses, des aspects partiels d'objets et sont au contraire “incomplètes” par essence.
- **Thèse** : ce sont *les enchaînements réglés du flux des vécus*, i.e. leur ordre temporel immanent qui, par ses *règles*, constitue l'objectivité.

- Il faut une “*synthèse d'identification*” des perceptions exposantes, une “*conscience d'identité*” garantissant que différentes esquisses sont les esquisses d'un *même* objet dont on peut suivre les points (Nat : point tracking).
- C'est la fonction transcendantale de l'intentionnalité et du *noème* comme pôle d'identité.

- L'objet *n'est pas une composante réelle (immanente) des vécus* où il s'esquisse ;
- il est le *corrélat* (transcendant) des synthèses noétiques ;
- il n'est qu'une composante *intentionnelle* des vécus.
- *L'inadéquation et l'incomplétude d'essence des esquisses sont à l'origine de l'intentionnalité perceptive comme rapport référentiel à un objet externe.*
- C'est évident pour les CAs et pour la réalité virtuelle.

- Les données hylétiques (contenus sensoriels) doivent être “animées” par un processus actif d'*appréhension* (*Auffassung*).
- “C'est par l'appréhension ... qu'avec eux [ces contenus] un objet accède à l'exposition” (D&R, 69/46).
- Morphé intentionnelle \approx synthèses noétiques \approx appréhension.

- Nat : Algorithmes neuro-cognitifs *effectifs* de *traitement* de l'information qui convertissent les données sensorielles périphériques en esquisses présentatrices d'objets externes.

- Co-donation d'une infinité d'esquisses du même objet (dont l'une est actuelle et les autres virtuelles).
- L'apparaître dépasse toujours le donné intuitif et implique des *renvois* présentationnels.

- Les esquisses (par ex. les CAs) sont des morphologies 2D dans le champ visuel V .
- Husserl doit donc décrire l'*ordre spatial* 2D de V ainsi que son *contrôle kinesthésique*.
- Nat : Très bon accord avec les résultats contemporains (cf. Jean-Luc Petit, Alain Berthoz).

- Ordre fixe des positions dans V (“purs points fixés”, 365/313).
- Ce que Lotze appelait un “signe local” (364/313).
- Nat : l'ordre fixe est la *rétinotopie* câblée dans le hardware neuronal (voies rétino-géniculo-corticales, guidage axonal).

- $V =$ variété différentiable 2D, munie de son groupe d'automorphismes.
- “Le champ visuel est une multiplicité bi-dimensionnelle, congruente avec elle-même, continue, simplement homogène, finie, et s'entend, délimitée” (202/165).

- *Recollement* de sous-domaines.
- Géo : la théorie husserlienne du remplissement de ces sous-domaines par des qualités sensibles est formalisable avec des fibrations et des faisceaux : “Sheaf Mereology” (J.P. depuis 1994).
 - Cf. “ ‘Le hiatus entre le logique et le morphologique’. Prédication et perception” (2010)

- Caractère *multi-échelle* du champ *V*.
- Points = “atomes visuels” (*minima visibilia*) ?
- Non. *Autosimilitude* et *invariance d'échelle* du continuum intuitif :
- “essentielle ressemblance à soi-même [ressemblance immanente et similitude générique évidente] du champ visuel, en grand et en petit” (202/166).

- Mais en même temps, différentes résolutions et variations d'échelle : vision centrale et vision périphérique.
- Zones “plus ou moins différenciées”.
- Nat : convolution du signal brut I_0 (la “hylé”) par des profils récepteurs de différentes échelles s .
- D'où des images I_s plus ou moins pauvres ou riches en structure.

- Une perception ne se réduit jamais à une seule présentation exposante.
- Il y a toujours co-donation d'un ensemble infini d'expositions alternatives systématiquement connectées.
- (pour les CAs, espace fonctionnel des $CA_T(\pi, P)$.)

- *Structure de renvoi* de la présentation avec rétention et protention.
- Chaque présentation actualisée pointe *comme un signe* vers une infinité potentielle d'autres présentations actualisables.
- “L'identité effective de l'objet qui apparaît” est une “*identité de sens*” reliant entre elles les différentes esquisses.
- C'est la fonction du *noème*.

- Rôle constitutif des kinesthèses.
- L'identité *logique* de l'objet est subordonnée à la variabilité *continue* des esquisses le long de chemins temporels.
- Selon Husserl, c'est l'origine du *synthétique a priori*.

- L'objet transcendant se fonde dans une synthèse *cinétique* d'esquisses elles-mêmes fondées dans des vécus immanents.
- Enchaînements phénoménologiques réglés correspondant à des classes de mouvements kinesthésiques:
 - mouvements oculaires,
 - mouvements de la tête,
 - mouvements du corps,ainsi qu'à des mouvements des objets.

- Comme Poincaré, Husserl considère que les vrais mouvements s'expriment dans *les* sensations kinesthésiques et la proprioception musculaire.
- La kinesthésie désambiguïse la relativité du mouvement.
- La constitution de l'espace perçu est impossible sans une *intégration* des images visuelles et des actions musculaires du corps propre (Leibkörper).

- Il faut les sensations visuelles *et* les sensations kinesthésiques.
- Quel est leur lien ?
- Les sensations kinesthésiques rendent possible la présentation des objets externes mais sans être elles-mêmes présentatrices.
- **Thèse** : elles agissent *comme des contrôles sur les champs sensoriels*.

- L'espace \mathcal{K} des contrôles kinesthésiques est multidimensionnel et hiérarchisé.
- Degrés de liberté des différents mouvements (yeux, tête, corps).
- Ces contrôles opèrent sur la synthèse cinétique, i.e. au moyen de *chemins temporels* k_t dans \mathcal{K} .

- “[Les sensations kinesthésiques] n'édifient d'unités continues que sous la forme de chemins [Verlauf, décours], où une multiplicité linéaire, extraite de la multiplicité globale des sensations kinesthésiques, se superpose, à la manière d'un continuum remplissant, à l'unité continue du chemin temporel pré-empirique” (D&R, 207/170).

- En jargon phénoménologique : une ligne γ dans \mathcal{K} est paramétrée temporellement et devient un chemin k_t .
- Husserl commence par étudier la situation la plus simple : corps propre et objets en repos avec une correspondance $k \rightarrow i$ entre la sensation kinesthésique k et l'image visuelle i .
- $k \rightarrow i$ n'est évidemment pas un lien “associatif” (une “motivation empirique”) car k et i sont décorrélés.

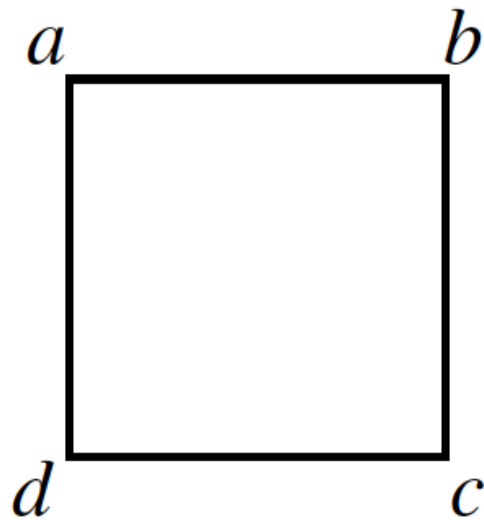
- Husserl explique :
- Soit une liaison initiale $k' \rightarrow i'$ et une autre image i'' .
- À un chemin visuel i_t allant de i' à i'' correspond un chemin kinesthésique k_t allant de k' à un autre contrôle k'' qui établira une nouvelle liaison $k'' \rightarrow i''$.

- “avec la représentation d'un mouvement d'image $i' \rightarrow i''$, j'ai tout de suite la représentation d'un écoulement kinesthésique $k' \rightarrow k''$, comme d'un écoulement lui appartenant” (217/179).
- Géo : soit \mathcal{F} l'espace fonctionnel des images (dimension infinie) : les *chemins* dans \mathcal{K} opèrent sur les *chemins* dans \mathcal{F} .

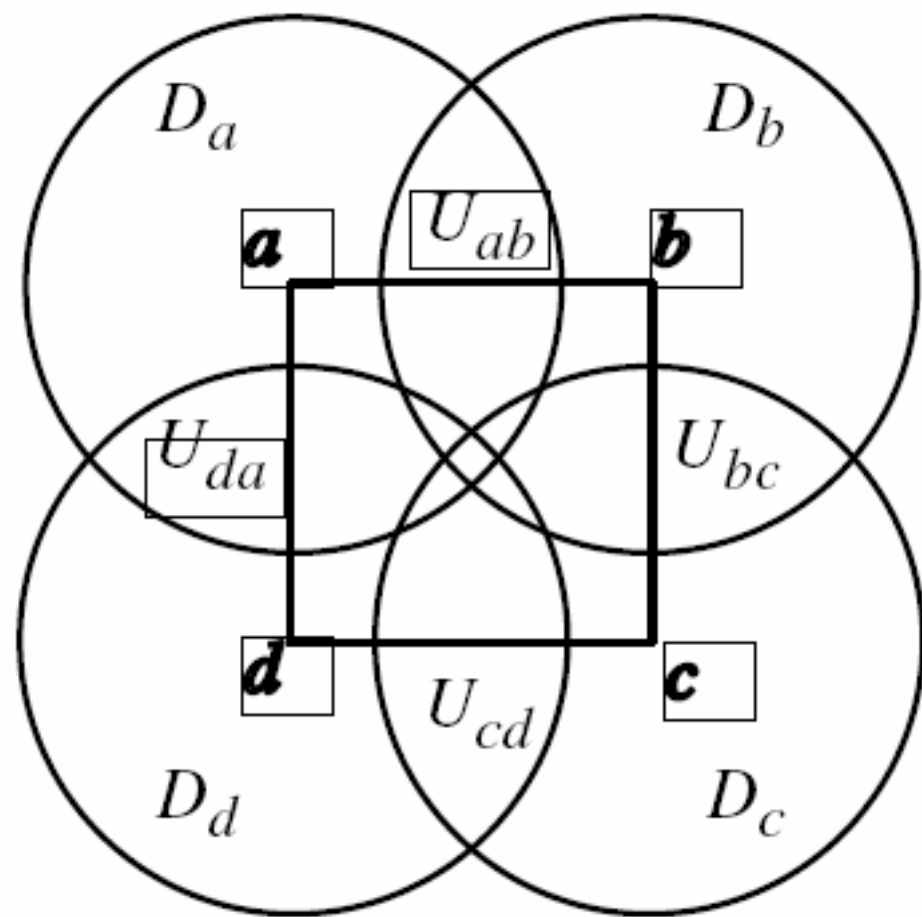
- Soit une liaison initiale $k \rightarrow i$ et un chemin k_t d'origine k dans \mathcal{K} (un mouvement oculaire).
- k_t détermine un mouvement d'images i_t dans \mathcal{F} avec le même paramétrage temporel.
- La corrélation est assez forte pour que le système visuel puisse résoudre *le problème inverse* : reconstituer k_t à partir de i_t .

- Mais les chemins i_t sont des variations du remplissement *contingent* du champ visuel V .
- Husserl veut comprendre le lien *structurel* (non contingent) entre \mathcal{K} et V , “entre l'entière extension de lieux” (V) et “ k en général” (\mathcal{K}).
- **Thèse** : le contrôle kinesthésique opère comme un *opérateur de recollement* des domaines spatiaux, indépendamment de leurs remplissements contingents.

- Exemple d'un carré a, b, c, d parcouru des yeux $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ (Nat. spot attentionnel, saccades oculaires, fixation sur des points singuliers).



- On simplifie V en un disque D .



- À chaque position $p = a, b, c, d$ correspond un exemplaire D_p du champ D .
- La figure i_a remplissant D_a “renvoie” à la figure i_b remplissant D_b , parce que D_a et D_b *se recouvrent, se recollent*.
- Isomorphismes de recollement : Husserl parle de “correspondance ‘mono-univoque’” i.e. d'injections (238/198)

$$\varphi_{ab} : U_{ab} \subset D_a \rightarrow U'_{ab} \subset D_b$$

- Par identification $U_{ab} = U'_{ab} = D_a \cap D_b$.

- C'est explicite chez Husserl à partir du concept *d'identification* des points :
- “L'identification court de telle façon qu'elle n'amène pas le champ du stade- k et le champ du stade- k' à coïncidence [k et k' étant deux contrôles successifs], mais au décalage (Überschiebung = recouvrement), une partie seulement [étant] en coïncidence” (D&R, 413/357).

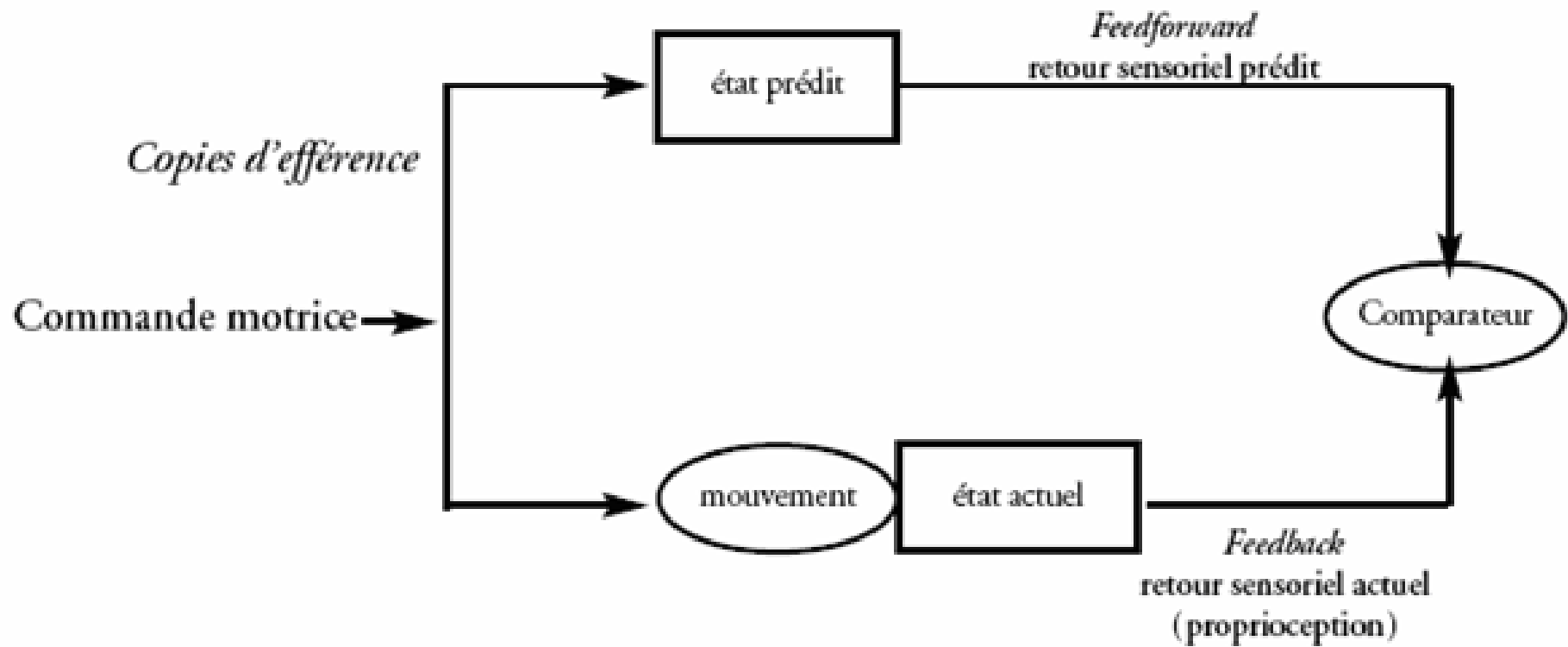
- Par passage au continu, série temporelle de D_t avec des opérateurs de recollement $\varphi_{tt'}$, si t et t' sont assez voisins.
- Seuls les D_t et $\varphi_{tt'}$ ont une réalité expérimentielle. L'espace externe global 2D et a fortiori l'espace 3D sont des constructions.
- La série purement spatio-temporelle des D_t et $\varphi_{tt'}$ se trouve à chaque fois remplie par des images i_t .

- Le “renvoi” des i_t est *intentionnel*.
- Des intentions “*traversent*” la série des i_t et permettent *d’identifier* des points autrement indistinguables.
- Husserl parle de “rayons intentionnels traversant les images” qui identifient les points correspondants d'images différentes.
- C'est le concept fondamental.

- Comment \mathcal{K} contrôle \mathcal{F} ?
- Soit $k_0 \rightarrow i_0$ une correspondance initiale.
Soit k_t un chemin dans \mathcal{K} d'origine k_0 .
- k_t opère comme protocole de recollement pour l'évolution D_t du champ visuel à partir de D_0 .
- D_0 est rempli par i_0 , D_t par i_t et les recollements des D_t (domaines spatiaux) permettent de recoller les i_t (contenus) en une image plus globale.

- Géo : recollements de *sections* de fibrations ou de faisceaux.
- Le recollement temporel présuppose à la fois une “mémoire” immédiate et une anticipation, c'est-à-dire une *rétenion* et une *protention* de i_t dans $i_{t'}$, pour t' assez voisin de t .

- Nat : (A. Berthoz) caractère “proactif” de la perception.
- La protention est neuralemement implémentée entre autres par les mécanismes de *copie efférente* :
 - envoi d'une copie des commandes motrices aux centres perceptifs “afin de modifier l'information sensorielle en fonction de l'action en cours” (Berthoz, *Le sens du mouvement* [1997], p. 78).



- Les chemins i_t de \mathcal{F} se regroupent *en classes d'équivalence* que Husserl appelle des *chemins types* qui ne gardent que le chemin et les recollements associés et pas le contenu visuel particulier.
- C'est à chaque *type* de chemin dans \mathcal{F} que se trouve associé un chemin kinesthésique bien déterminé qui coïncide temporellement avec lui.

- Entre un chemin type général i_t et un chemin kinesthésique particulier k_t il y a alors *une liaison associative* (“motivation empirique”). Motivation \approx contrôle.
- Les chemins k_t dans \mathcal{K} *catégorisent* l'espace des chemins i_t dans \mathcal{F} .
- À partir d'une image initiale i_0 , k_t définit un chemin i_t et le chemin constitué de tous ces i_t est une occurrence (token) d'un même chemin visuel type.

- Husserl connaissait les mathématiques du passage du local au global.
- Elles ont été formalisées par Hermann Weyl (philosophiquement disciple de Husserl) dans *Die Idee der Riemannschen Fläche* (1913) concernant le prolongement analytique chez Karl Weierstrass (dont Husserl fut l'assistant à Berlin).
- Il avait fait sa thèse sur le calcul des variations (1883, Vienne) avec Leo Königsberger disciple de Weierstrass.

- On trouve même chez Husserl l'idée que les flux d'images i_t sont *des trajectoires de champs de vecteurs* dans l'espace fonctionnel des images \mathcal{F} .
- En plus de la *réretention* dans chaque i_t des $i_{t'}$ la précédant (pour $t' < t$ assez voisin de t), il y a aussi une *protention* de i_t dans les $i_{t'}$ successifs (pour $t' > t$ toujours assez voisin de t), c.à.d une “déformation infinitésimale” de i_t .

- Husserl parle de vecteurs tangents, de multiples “directions linéaires de changement” et de “différentiel” déterminant la direction de progression.

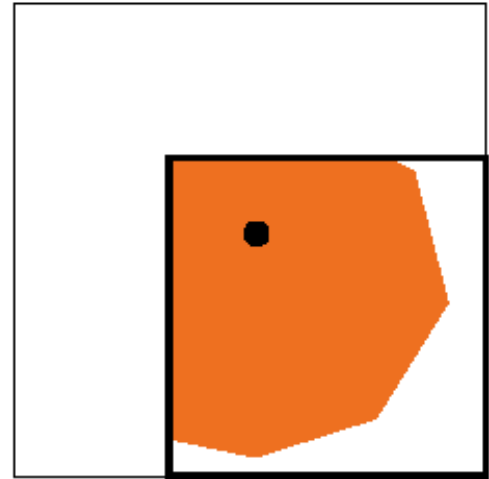
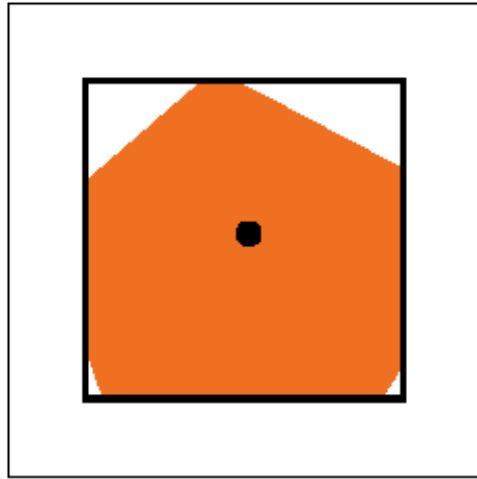
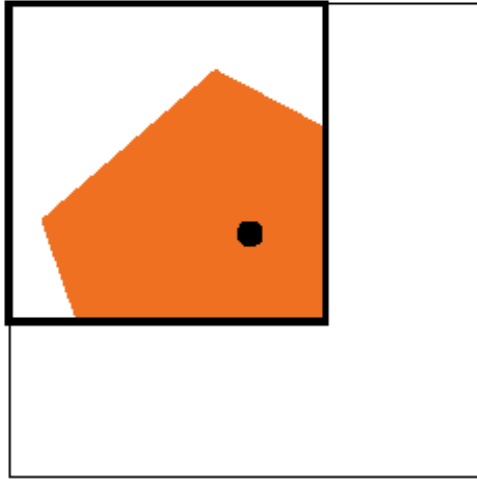
- En résumé, la chose (Ding) se constitue dans
- “un système idéal de séries continues possibles d'apparitions en coïncidence temporelle avec des séries kinesthésiques possibles, continues et motivantes” (D&R, 228/190).

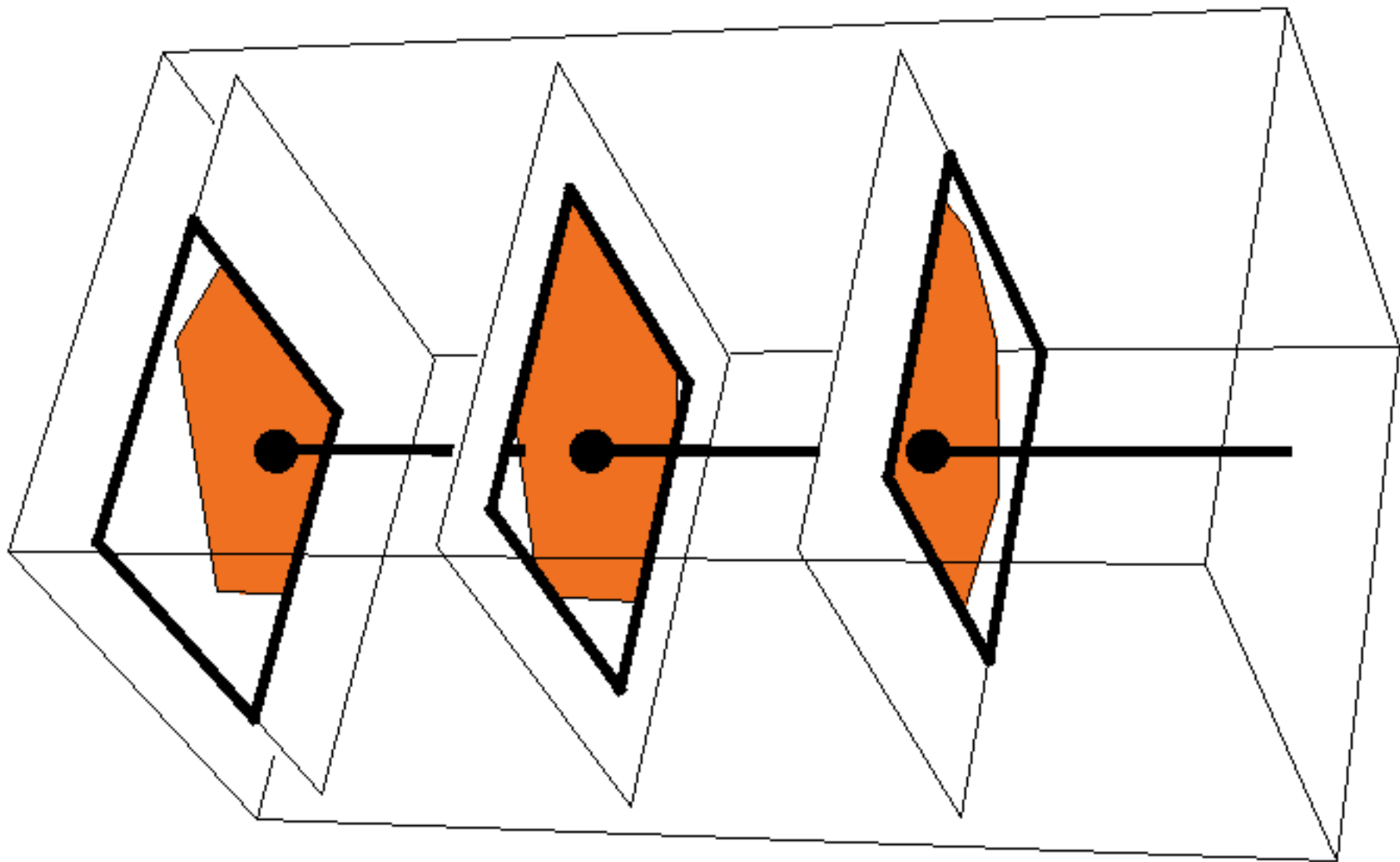
- Ces séries sont les trajectoires $k_t \rightarrow i_t$ et la chose est produite par *l'unité* de ce flux.
- L'unité repose sur “l'intention-vers” (la protention) qui est *transversale* aux images (229/190).
- C'est là qu'intervient la problématique la plus difficile.

- Husserl explicite l'intentionnalité transversale au moyen du concept de “*rayon intentionnel*”.
- “Les rayons intentionnels qui traversent les images actuellement données (...) rattachent en une conscience d'unité des points correspondants des images qui se transforment continûment l'une en l'autre, et (...) constituent de ce fait le même moment objectif.” (230/191).
- La “conscience d'unité” supplémente le vécu.

- La conscience d'unité (identité) se fonde sur ces opérations d'identification :
- “Les points qui se trouvent sur le même rayon intentionnel exposent (...) un seul et *même* point *d'objet*” (je souligne).
- Géo : Point objectif =_(exposition) rayon intentionnel comme classe d'équivalence.
- “Un flux de contenus, pris en enfilade par le rayon intentionnel, expose, phase par phase, le *même* point *de chose*” (238/198).

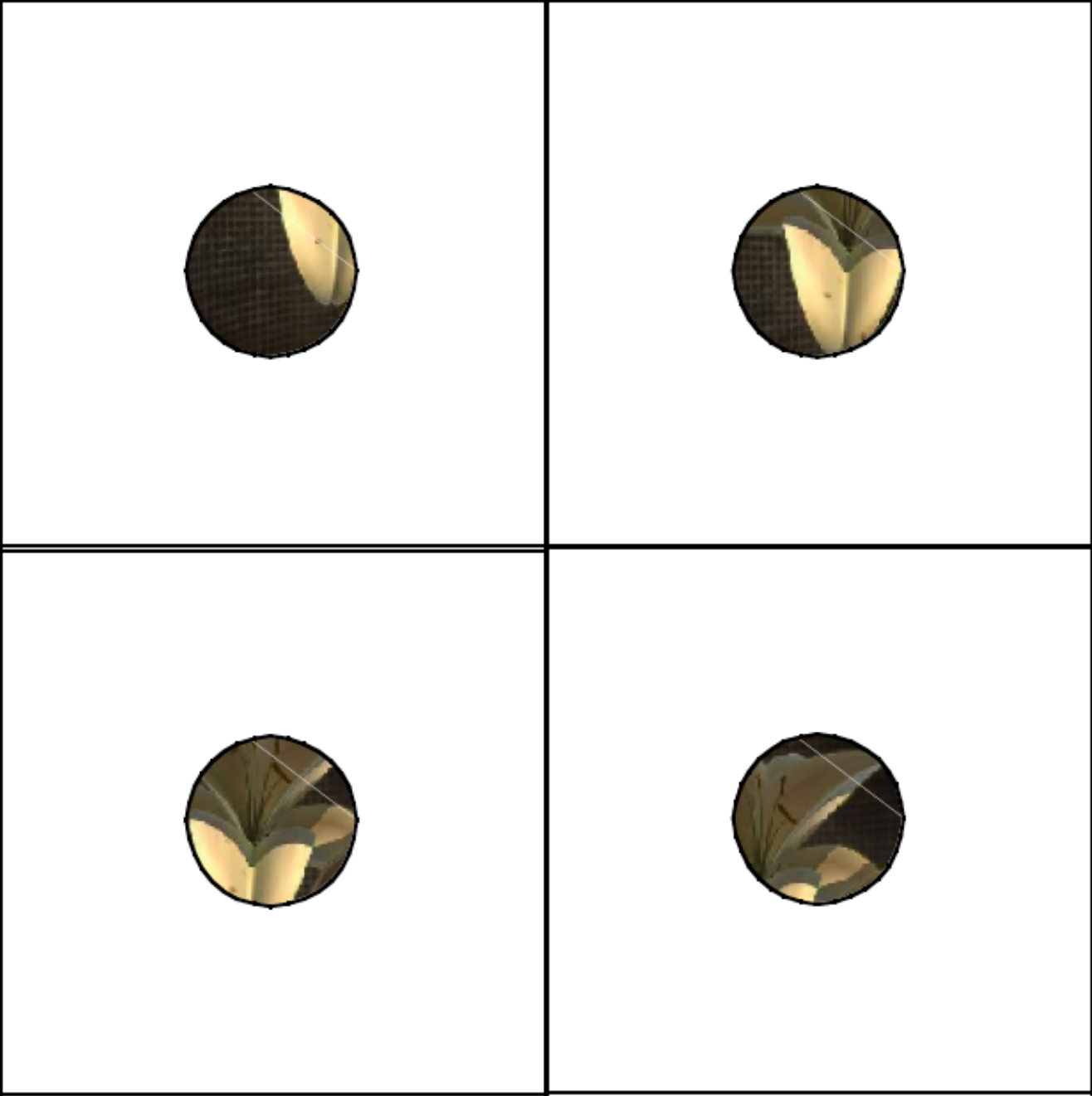
- Pour les points singuliers discernables grâce à une *homogénéité* locale (coins d'un carré, cusps de CAs), et qui sont donc *phénoménologiquement individuels*, le “point tracking” est facile à comprendre.
- Pour les points *indiscernables* à cause d'une *homogénéité* locale il est beaucoup plus énigmatique.





- C'est pourtant la condition de possibilité de l'émergence de la *transcendance objective* des objets hors de *l'immanence subjective* des vécus (Nat : actes et contenus cognitifs).

- Essence *noématique* des objets comme pôles d'identité : une *trajectoire* de points identifiés d'image en image correspond à *un seul et même* point objectif.
- L'identité d'un objet a pour condition de possibilité que :
“tout point dans sa place relative est posé comme un identique et *intentionnellement maintenu comme un identique*” (D&R, 259/218, je souligne).







- Constitution de la *temporalité objective*.
- Chaque point dans un chemin d'images i_t possède “sa place temporelle pré-empirique”.
- Donc le point objectif-identique associé à une trajectoire (“rayon intentionnel transversal”) devient *un point individuel paramétré temporellement*.
- La clé de l'objectivation est chemin = point identique + temps.
- Dans le vécu, *il n'y a pas* de point identique.

- Un flux cinétique *a priori* sans identité devient *a posteriori* (par adjonction noématique d'identité) un paramétrage d'identités paramétrées temporellement.
- L'identité noématique des objets *convertit* les trajectoires d'identification de la synthèse noétique cinétique en trajectoires *objectivement* temporelles de points *objectifs* individuels.

- La temporalité a changé de statut. Elle est passée de l'immanence vécue pré-empirique (flux) à la transcendance objective qu'elle expose.
- Tout tourne autour des difficultés : identification, identité, équivalence, typification.

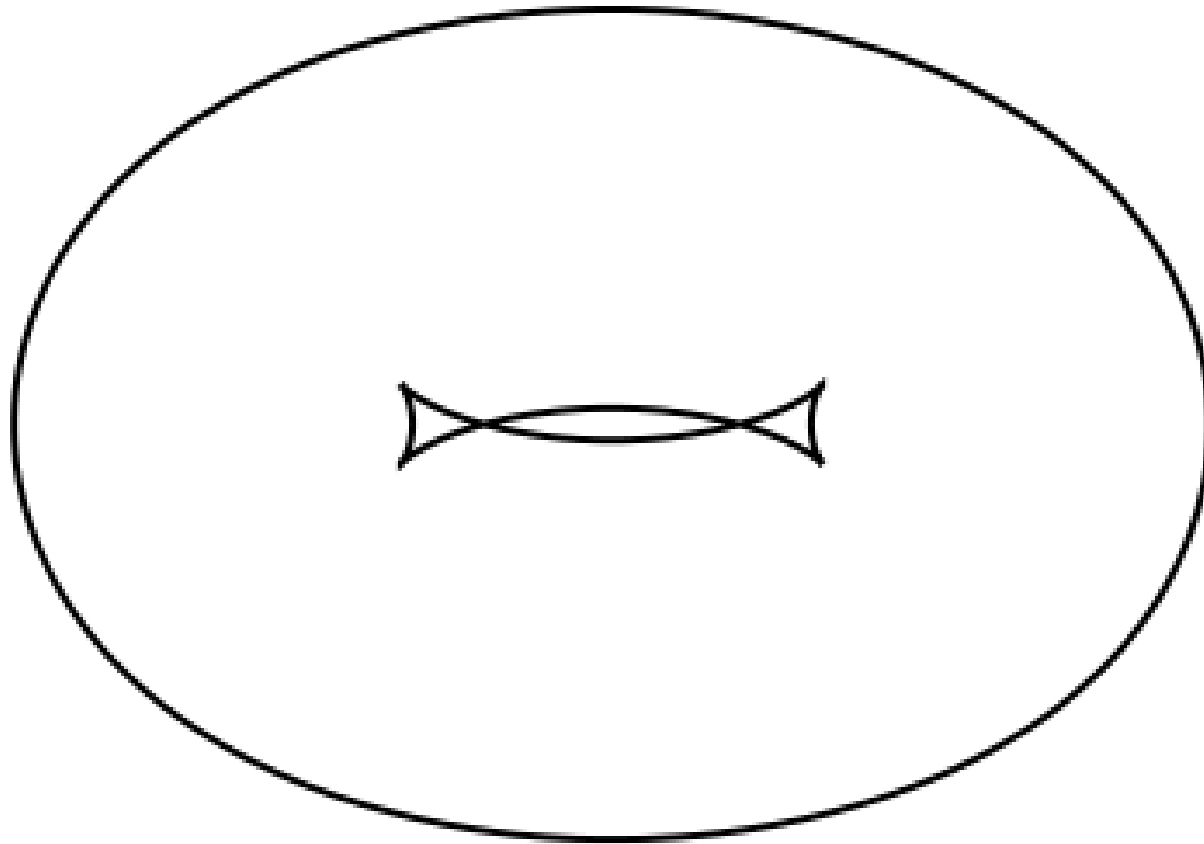
- Il faut ensuite passer d'une simple image parcourue des yeux à des esquisses 2D d'objets 3D qui peuvent tourner, etc.
- Stéréopsie et vision binoculaire. Le 3D *n'est pas* immanent. Des petits écarts 2D sont *appréhendés-interprétés* comme des “valeurs de profondeur”.
- Nat : Confirmé par les travaux classiques de Bela Julesz, Jacques Ninio (auto-stéréogrammes), etc.

- La perception par esquisses (Abschattung, adumbration).
- Corrélation entre
 - le flux temporel (le “divers ininterrompu”) des esquisses,
 - l’objet = X comme unité intentionnelle et pôle noématique.
- Les “règles d’enchaînement” prescriptives pour les vécus sont corrélées à l’unité noématique de l’objet.

- L'incomplétude des esquisses et la temporalité sont essentiellement liées.
- D'où la possibilité *d'anticipations* réglées et cohérentes.
- L'anticipation est liée au caractère protentionnel du contrôle kinesthésique (cf. plus haut).
- Elle n'est que “générique” : possibilité de méprise représentationnelle.

- Dans un flux d'esquisses, il y a un “différentiel de mouvement” protentionnel définissant des anticipations.
- Mais parmi toutes les esquisses possibles de l'objet certaines sont privilégiées : celles où l'objet “s'expose le mieux”.
- Il y a en quelque sorte un *degré* de la “plénitude” de la présentation (Nat : une mesure du contenu informationnel).

- C'est évident pour les CAs : les CAs les plus complexes en termes de singularités (complexité morphologique).



- Husserl parle de “points tournants” qui sont “les points maxima” “du plein de données” (137/107).
- Comme s'il existait une fonctionnelle F sur l'espace fonctionnel \mathcal{A} des esquisses, qui mesurerait leur contenu informationnel et dont les *maxima* définiraient les esquisses incomplètes “les plus complètes”.

- Il est évident que Husserl pense encore ici à un *principe variationnel* (cf. sa thèse sur le calcul des variations).
- Les maxima de F sont des *points critiques*.
- L'intuition en est claire chez Husserl :
“points tournants où l'accroissement [de la complétude dans la donation] se transforme en diminution”.

- Donations “préférentielles”, *prototypiques* mais toujours incomplètes, non adéquates.
- Elles sont en quelque sorte des “attracteurs” dans l'espace fonctionnel des esquisses.
- C’est vers elles “que tend, en quelque sorte, toute autre exposition.” (156/125)
- Ces maxima sont “*le but* du mouvement perceptif” (157/126).

- Il y a une dynamique informationnelle X de remontée de ∇F sur \mathcal{A} : les trajectoires de X “remontent” jusqu'aux maxima de F (qui sont attractifs).
- Les bassins d'attraction de F *catégorisent* \mathcal{A} .
- La dynamique X est très différente de celle associée au contrôle kinesthésique.

- Les esquisses prototypiques optimales sont *génériques* : en termes de F , elles sont au centre de bassins d'attraction.
- Ce sont des *aspects* comme valeur centrale générique d'un type qualitatif.

- Cela est essentiel pour “la formation empirique des concepts” comme *généralisation par typicalité*.
- Le concept (empirique) n'est pas défini logiquement par son extension mais, *comme type*, par sa fonction de catégorisation.
- On utilise les occurrences d'esquisses (tokens) génériques *les plus* complètes comme type et *schème* pour l'objet.
- Nat : Psychologie de la catégorisation.

- Difficulté théorique fondamentale : pour Husserl le vécu, même sensible, est *non spatial*.
- Le spatial ne peut pas être immanent et pré-empirique. Même qualitatif et intuitif, il est déjà objectif.
- “l'espace est la forme nécessaire de la choséité, et non la forme des vécus (...) ‘sensibles’ ” (D&R, 66/43).

- L'espace est la forme de l'extériorité transcendante.
- Il n'y a pas de forme immanente du spatial.
- Il ne peut pas y avoir une “géométrie des vécus”.
- “Le vécu n'est possible que comme vécu et non comme spatial.” (*Ideen I*, p. 134).

- Question : “Faut-il ou peut-on constituer une phénoménologie qui serait une ‘géométrie’ du vécu ?” (*Ideen I*, p. 229).
- La réponse de Husserl est catégorique : cela est impossible pour des raisons de principe
(cf. J.P. “Phénoménologie naturalisée et Morphodynamique: la fonction cognitive du synthétique a priori”, 1993)

- Les concepts husserliens de point, de ligne, de surface, de place, de figure, de taille, etc., utilisés dans ses descriptions eidétiques *ne sont pas spatiaux* “au sens chosique”. (203/167).
- Mais, *une fois* l'espace global 3D \mathfrak{R}^3 constitué, *on peut inverser l'ordre de dépendance entre le constituant et le constitué* et utiliser la géométrie.

- Husserl discute une *équivalence formelle* entre
 - l'approche phénoménologique constitutive (non géométrique, non physicaliste, non psychologique), et
 - l'approche objectiviste de l'attitude naturelle : il existe des objets 3D qui se projettent sur le champ visuel 2D et y engendrent *causalement* des esquisses.

- C'est clairement la dialectique entre problème *direct* et problème *inverse*.
- Mais chez Husserl, en plus de cette dualité, les deux problèmes relèvent *d'eidétiques* antagonistes. C'est un point crucial.
- “Conçue comme science descriptive des essences, [la phénoménologie] appartient à une *classe fondamentale de sciences eidétiques qui diffère totalement des sciences mathématiques.*” (Ideen I, p. 241).

- D'un côté on a un “calcul noétique” (Husserl n'utilise évidemment pas le terme de “calcul”) sur le flux immanent des images i_t au moyen de la “légalité” des kinesthèses : synthèses computationnelles. *Extrêmement compliqué algorithmiquement.*
- D'un autre côté on a un “calcul noématique” à partir d'hypothèses transcendantales : espace 3D, objets 3D, plans et directions de projection, géométrie des projections. *Incroyablement plus simple.*

- Husserl est très clair sur l'équivalence:
- “Il en ira donc, *d'un point de vue formel*,
(...) exactement comme pour les projections
d'un corps géométrique sur un plan.”
(D&R, 285/241, je souligne).

- Tout mon travail en phénoménologie aura été d'introduire, *contre* Husserl mais *pour* l'actualité scientifique de sa phénoménologie, les *éléments d'une géométrie des vécus*.
- CAs, singularités et morphologies sensibles (Thom).
- Remplissements de domaines spatiaux par des qualités sensibles (fibrations et faisceaux).

- Lien entre remplissements spatiaux et *logique du jugement* dans *Erfahrung und Urteil* (topoi, Grothendieck-Lawvere).
- Homotopie des chemins génériques (i.e. transversaux aux strates) dans des espaces stratifiés (à préciser).
- Identification – individuation – identité de points indiscernables dans les “rayons intentionnels” : le noème comme adjonction d'identité (problème logico-géométrique à résoudre).

- Chez Husserl, c'est la “focalisation” — liée à l'attention et à l'intérêt — qui permet de passer de façon continue du plus pauvre au plus riche.
- L'enrichissement est pour lui une “explication”, une augmentation de différenciation (une sorte de zoom par déconvolution).
- L'appauvrissement est une dé-différenciation, une “implication”.

- Principe de conservation de l'intentionnalité.
- L'image “pauvre” contient “autant” d'intentionnalité que l'image “riche”
 - “seulement sous une autre forme, sous la forme de l'implication” (232/193).
- C'est un autre aspect de l'incomplétude des présentations perceptives.
 - “le détail différencié *signifie* pour ainsi dire maintenant plus qu'il n'expose” (234/195).

- L'incomplétude des esquisses ouvre *un horizon de co-donation* :
 - la donation actuelle — explicite — d'une esquisse est inséparable de celle — implicite — d'autres esquisses virtuelles.
- Toute présentation perceptive donnant l'objet "en propre" renvoie à une infinité potentielle d'autres présentations possibles (contrefactuellement actualisables) qui sont "impropres" et sans contenus présentationnels intuitifs.

- La donation perceptive est toujours *à la fois* une intuition *et* un signe (un renvoi).

“[L'apparaître] renvoie, *grâce à son sens*, à des possibilités de remplissement, à un enchaînement d'apparitions” (D&R, 155/124, je souligne).

- L'incomplétude engendre l'écart *entre l'intuitif et le signitif*, entre l'intuition et l'intention.
- *Sens intentionnel* de l'objet noématique.

- Comme projection d'un objet 3D supposé exister, un CA relève d'une théorie *causale* de la référence et possède le statut d'un contenu *large* individué par sa dénotation.
- Mais en même temps, comme élément d'un système cohérent de CAs, c'est un contenu *étroit* individué par ses relations avec les autres CAs auxquels il renvoie comme un signe.

- Le lien s'effectue au moyen de l'objet = X (noème) comme principe de cohérence et d'identité.
- L'objet = X garantit que le système des CAs (et le graphe d'aspects associé) est bien engendré par un objet et que le problème inverse a donc bien une solution.